

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-022074

(43)Date of publication of application : 24.01.2003

(51)Int.Cl.

G10K 11/02
H03H 3/02
H03H 9/17
H03H 9/205
H03H 9/54
H04B 1/50

(21)Application number : 2002-121402

(71)Applicant : AGILENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 23.04.2002

(72)Inventor : RUBY RICHARD C
BRADLEY PAUL
FIGUEREDO DOMINGO
LARSON III JOHN D
OSHYANSKY YURY

(30)Priority

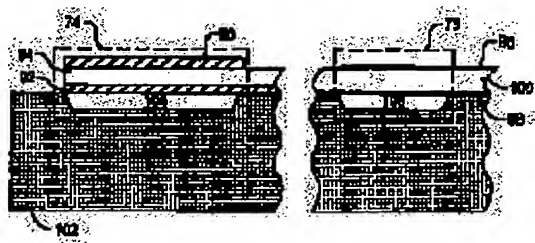
Priority number : 2001 841234 Priority date : 23.04.2001 Priority country : US

(54) METHOD FOR MANUFACTURING FILM BULK WAVE ACOUSTIC RESONATOR ARRAY AND TRANSMISSION AND RECEPTION SWITCH

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method which yields a very abrupt roll-off during the operation of an acoustic resonator array and a transmission and reception switch obtained as a result.

SOLUTION: In the method for manufacturing an FBAR (Film Bulk Acoustic Resonator) array and the transmission and reception switch, 1st and 2nd FBAR filters are formed by forming 1st and 2nd FBARs so that 1st and 2nd target effective frequency responses and 1st and 2nd target effective coupling coefficients can be obtained by selecting a 1st target frequency response and a 1st target effective coupling coefficient for operating a 1st FBAR filter and a 2nd target frequency response and a 2nd target effective coupling coefficient for operating a 2nd FBAR filter, substantially making the 1st target effective coupling coefficient worse than the 2nd target effective coupling coefficient, and determining the film thicknesses (94, 90, 92; 100, 96, 98) of piezoelectric layers and electrode layers, and thus obtaining the 1st target effective coupling coefficient which is substantially made worse.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-22074

(P 2003-22074A)

(43) 公開日 平成15年1月24日 (2003. 1. 24)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 1 0 K	11/02	G 1 0 K	11/02 H 5J108
H 0 3 H	3/02	H 0 3 H	3/02 B 5K011
	9/17		9/17 F
	9/205		9/205
	9/54		9/54 Z
審査請求	有	請求項の数 1 5	OL (全 1 1 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2002-121402 (P2002-121402)	(71) 出願人	399117121 アジレント・テクノロジーズ・インク AGILENT TECHNOLOGIES, INC. アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ページ・ミル・ロード 395
(22) 出願日	平成14年4月23日 (2002. 4. 23)	(74) 代理人	100099623 弁理士 奥山 尚一 (外2名)
(31) 優先権主張番号	09/841234		
(32) 優先日	平成13年4月23日 (2001. 4. 23)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

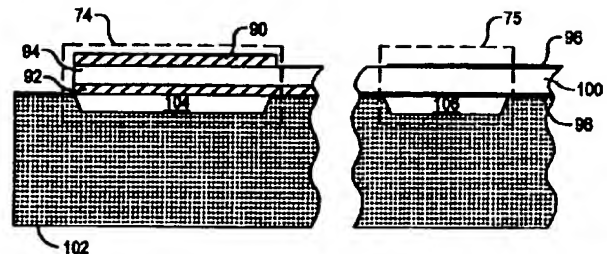
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜バルク波音響共振器アレイの製造方法及び送受切換器

(57) 【要約】

【課題】 音響共振器アレイの動作時に非常に急峻なロールオフをもたらす製造方法ならびにその結果得られる送受切換器を提供する。

【解決手段】 第1の薄膜バルク波音響共振器 (FBAR) フィルタを動作させる第1の目標周波数応答と第1の目標実効結合係数を選択し、第2のFBARフィルタを動作させる第2の目標周波数応答と第2の目標実効結合係数を選択して、前記第1の目標実効結合係数を前記第2の目標実効結合係数に対し実質的に劣化させ、圧電層と電極層の膜厚 (94、90、92; 100、96、98) を決定して、前記第1及び第2の目標周波数応答と前記第1及び第2の目標実効結合係数が得られるように前記第1及び第2のFBARを形成し、これにより前記実質的に劣化させた第1の目標実効結合係数が得られるようにさせて前記第1及び第2のFBARフィルタを形成するFBARアレイの製造方法、および送受切換器。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の薄膜バルク波音響共振器(FBAR)フィルタを動作させる第1の目標周波数応答と第1の目標実効結合係数とを選択するステップと、

第2のFBARフィルタを動作させる第2の目標周波数応答と第2の目標実効結合係数とを選択するステップであって、前記第1の目標実効結合係数が前記第2の目標実効結合係数に対し実質的に劣化されているものである前記ステップと、

圧電層と電極層の膜厚を決定するステップであって、前記第1及び第2の目標周波数応答と前記第1及び第2の目標実効結合係数とが得られるように前記第1及び第2のFBARを形成し、前記第1のFBARフィルタの少なくとも1つの電極層について増加させた電極層膜厚を選択することを含み、該増加させた電極層膜厚が前記第2のFBAR用に選択された電極層膜厚よりも大きく、これにより前記実質的に劣化されている第1の目標実効結合係数を得るステップと、

前記膜厚と材料に基づき、前記第1及び第2のFBARフィルタを形成するステップとを含んでなる音響共振器アレイの製造方法。

【請求項2】 前記膜厚と材料の形成するステップが、前記各第1及び第2のFBARフィルタについての電極の全膜厚に対する圧電層の膜厚比の決定を含み、前記第1のFBARフィルタについての前記比が前記第2のFBARフィルタについての前記比未満であることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記第1の目標係数を選択する前記ステップが、2.5%から4.0%の範囲内の値を選択するステップを含み、前記第2の目標係数を選択する前記ステップが、4.0%から6.0%の範囲内の値を選択するステップを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】 送信フィルタとして前記第1のFBARフィルタと、受信フィルタとして前記第2のFBARフィルタとをそれぞれ含む送受切換器の形成ステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】 前記第1及び第2のFBARフィルタを形成するステップが、前記圧電層としての窒化アルミニウムの配設と前記電極層としてのモリブデンの配設とを含み、該第1のFBARフィルタの前記電極層が前記第2のFBARの電極層の膜厚の1.2倍から2.8倍の範囲の膜厚を有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項6】 前記選択ステップと前記第1及び第2のFBARの形成ステップが、前記第2の目標周波数応答の中心周波数の100MHz以内に中心周波数を有する第1の目標周波数応答を設定することを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項7】 薄膜バルク波音響共振器(FBAR)の

フィルタ構成を選択し、目標周波数応答と目標実効結合係数とを得るステップと、

前記フィルタ構成内において少なくとも1つのFBARを電力バーとして設計し、前記電力バーにおける前記フィルタ構成の電力密度を相当に増大させつつ該FBARの目標インピーダンスを実質的に維持し、直列接続されて前記目標インピーダンスに対応する合成インピーダンスをもたらす一対の大面積FBARとして前記電力バーを構成するステップと、

前記フィルタ構成の製造過程で電極層の膜厚に対する圧電層の膜厚の比を選択し、前記目標周波数応答と前記目標実効結合係数とを得るステップで、少なくとも1つの前記比を選択して固有の結合係数より実質的に小さい実効結合係数を確保することを含む前記ステップと、

前記フィルタ構成の製造ステップであって、前記電力バーの形成ならびに前記選択された比の達成に基づく膜厚を有する電極層と圧電層を形成するステップとを含む音響共振器アレイの製造方法。

【請求項8】 直列接続された送信直列FBARと送信並列FBARとを有する送信薄膜バルク波音響共振器(FBAR)アレイと、

直列接続された直列FBARと受信並列FBARとを有する受信FBARアレイとを備え、

前記送信FBARアレイが前記受信FBARアレイの実効結合係数に実質的に満たない実効結合係数を有し、前記実質的に満たない実効結合係数は、前記受信FBARアレイの前記FBARよりも実質的に膜厚の大きな電極層及び実質的に膜厚の小さな圧電層を、前記送信FBARアレイの少なくとも幾つかのFBARに用いることにより実現されることを特徴とする送受切換器。

【請求項9】 前記送信FBARアレイと受信FBARアレイは、符合分割多重アクセス(CDMA)パーソナル通信システム(PCS)内での動作と互換性のある周波数を有することを特徴とする請求項8に記載の送受切換器。

【請求項10】 前記送信FBARアレイの前記少なくともいくつかのFBARが、それぞれ前記電極層の全膜厚に対しある一定の比となる前記圧電層膜厚を有しており、該比は、前記受信直列FBARと前記受信並列FBARについての前記電極層の全膜厚に対する前記圧電層の膜厚の比に実質的に満たないことを特徴とする請求項8に記載の送受切換器。

【請求項11】 前記少なくとも一部のFBARの前記電極層における前記全膜厚が、前記受信直列FBAR及び前記受信並列FBARについての前記電極層の全膜厚の1.2倍から2.8倍の範囲内にあることを特徴とする請求項10に記載の送受切換器。

【請求項12】 第1のFBARフィルタを動作させる第1の目標周波数応答と第1の目標実効結合係数とを選択するステップと、

第2のFBARフィルタを動作させる第2の目標周波数応答と第2の目標実効結合係数とを選択するステップであって、前記第1の目標実効結合係数が前記第2の目標実効結合係数に対して劣化させてあるステップと、前記第1の目標周波数応答と前記第1の目標実効結合係数よりも大きな実効結合係数とを求めて前記第1のFBARフィルタを形成するステップと、前記第2の目標周波数応答と前記第2の目標実効結合係数とを求めて前記第2のFBARフィルタを形成するステップと、
10 前記第1のFBARフィルタの前記少なくとも1つのFBARに並列にコンデンサを形成し、該第1のFBARフィルタの前記実効結合係数を劣化させ、それによって前記第1の目標実効結合係数を得るステップとを含む音響共振器の形成方法。

【請求項13】 前記コンデンサの形成ステップは、個別FBAR構造を製造するステップを含み、該各FBARを基板上に懸架し、該個別FBAR構造に金の電極層を形成することで質量を付加して、これにより該個別FBAR構造が前記第1及び第2の目標周波数応答に実質的に満たない共振周波数を有するようにすることを特徴とする請求項12記載の方法。

【請求項14】 前記個別FBAR構造を製造する前記ステップは、1400MHzから1600MHzの範囲の前記共振周波数を有するよう圧電層と電極層を形成するステップを含み、

前記第1のFBARフィルタと第2のFBARフィルタを形成するステップは、圧電層と電極層を形成して前記第1及び第2の目標音響周波数が前記CDMAのPCSの動作と互換性をもつようにするステップを含むことを
20 特徴とする請求項13記載の方法。

【請求項15】 前記コンデンサの形成ステップは、基板上に非懸架の圧電層と電極層を配設するステップを含むものであり、前記第1のFBARフィルタ及び第2のFBARフィルタの形成ステップは、前記基板上への前記第1及び第2のFBARフィルタのFBAR懸架を含むものであることを特徴とする請求項12記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、音響共振器に関し、より具体的には、薄膜バルク波音響共振器の実効結合係数の制御に関する。

【0002】

【従来の技術】 多数の異なる通信アプリケーションにおいて、共通信号路は受信機入力端と送信機出力端の両方に結合されている。例えば、携帯電話機又はコードレス電話機において、アンテナは受信機と送信機に結合されている。この種の構成において、送受切換器 (duplexer) はしばしば共通信号路を入力端と出力端に結合するの
50 に用いられる。送受切換器の機能は、送信機により生

成された信号が受信機の入力端に結合してしまうのを阻止しながら、共通信号路への、あるいは、共通信号路からの必要な結合を提供することにある。

【0003】 送受切換器の1つの型は、半二重送受切換器と呼ばれている。半二重送受切換器は、共通信号路を時分割基準で受信機又は送信機へ接続するスイッチを用いるものである。この半二重送受切換器は所望の結合特性ならびに減衰特性を有するが、多くの電話通信アプリケーションでは受け入れられていない。何故なら、通話
10 当事者どうしが発声と聴取を同時にできるようにはなっていないからである。

【0004】 電話通信アプリケーション用としてより条件の揃った送受切換器の一種が、全二重送受切換器である。全二重送受切換器は、送信信号が受信信号の周波数と異なる周波数を有する場合にのみ動作する。全二重送受切換器には、周波数に従って送信信号を受信信号から分離するバンドパスフィルタが組み込まれている。図1は、携帯電話機やパーソナル通信システム (PCS) 装置や他の送/受信装置において用いられる従来の回路を例示する図である。送信機の電力増幅器10は、全二重送受切換器14の送信ポート12に接続されている。送受切換器はまた、受信機の低雑音増幅器 (LNA) 18に接続した受信ポート16を含んでいる。送信ポートと受信ポートに加え、送受切換器14にはアンテナポート20が含まれており、このポートがアンテナ22に接続されている。

【0005】 送受切換器14は、送信ポート12と受信ポート16とアンテナポート20を有する3ポート装置である。送受切換器は、その内部に送信帯域フィルタ24と受信機帯域フィルタ26と移相器28を含んでいる。2つのフィルタ24、26の通過帯域は、電力増幅器10を介して入力される送信信号と受信機を同調させる受信信号の周波数レンジにおいて、それぞれ中心を有する。

【0006】 送受切換器14の帯域フィルタ24、26の要件は厳格である。帯域フィルタは、アンテナ22にて生成され低雑音増幅器18の入力端へ導かれる小強度受信信号を、電力増幅器10が生成する大強度送信信号から分離しなければならない。通例、低雑音増幅器の感度は-100dBm程度であり、一方で電力増幅器は約28dBmの強度を有する送信信号を供給する。送受切換器14は、アンテナポート20と受信ポート16の間で送信信号を約50dB減衰させ、受信ポートで受信信号に混入したどんな残留送信信号も低雑音増幅器に過負荷を及ぼさないようにすべきことが求められる。

【0007】 移動電話機において用いられるPCSの一種は、符合分割多重アクセス (CDMA) を採用している。CDMAのPCS無線帯域は実質的に1920MHzに中心を有しており、送受切換器性能について格別厳密な規制要件を有する。図2を参照し、若干の懸念を明

らかにしておく。通過帯域 30 は、幾つかの極ならびに幾つかの零点により規定される。極と零点は、中心周波数 32 から等距離に離間配置されている。送信機の通過帯域 30 について、送信機からアンテナまでの挿入損 34 は、大半の帯域で -3 dB よりも良好であることが好ましい。受信機ポートに対する送信機の分離は、大半の送信機帯域で 50 dB を越え、受信機帯域内で 46 dB を越すものである。送信機帯域と受信機帯域間の交差域は、1920 MHz 近辺で発生する。送信機帯域と受信機帯域は搬送周波数の約 3.0% であり、このため極めて急峻なフィルタ・ロールオフ 36, 38 が要求される。下記にさらに詳しく説明するように、低周波側の極と零点ならびにロールオフ 36 は並列共振器 (shunt resonators) の特性によって決定され、高周波側の極と零点ならびにロールオフ 38 は直列共振器 (series resonators) の特性によって決定される。

【0008】送受切換器についての他の懸案は、電力処理要件の達成にある。送信機内の図 1 の電力増幅器 10 は、送受切換器 14 の送信ポート 12 に 1 ワットの電力を給送することができる。帯域フィルタ 24 は、破壊されたり、性能を劣化させることなく、そうした電力を扱えなければならない。

【0009】図 3 を参照し、送受切換器 14 をさらに詳細に説明する。送受切換器は、送信薄膜バルク波音響共振器 (film bulk acoustic resonator; FBAR) アレイ 40 と受信 FBAR アレイ 42 を含む。送信 FBAR アレイは、二つの直列 FBAR 44, 46 と二つの並列 FBAR 50, 52 を有する 2 段ラダー回路である。直列 FBAR は送信ポート 12 とアンテナポート 20 との間に直列に接続しており、一方また並列 FBAR は電気的なグランドと直列 FBAR 間ノードとの間に接続してある。FBAR アレイの全段は、それぞれ 1 つの直列 FBAR と 1 つの並列 FBAR から構成されている。送信機フィルタのフィルタ入力端において電力増幅器によって生成される大電力を処理するため、各直列要素 44, 46 には電力バーが用いられる。

【0010】受信機 FBAR アレイは、3 段半 (7/2 段) のラダー回路である。1/2 段は、1 つの直列 FBAR か 1 つの並列 FBAR のどちらかに制限される。例示列 42 にあっては、1/2 段は並列 FBAR 60 である。FBAR アレイは、3 つの直列 FBAR 54, 56, 58 と 4 つの並列 FBAR 60, 62, 64, 66 を含んでいる。直列 FBAR は、90 度移相器 28 と受信ポート 16 の間に直列接続してある。並列 FBAR は、電気的な大地と直列 FBAR 間ノードとの間に接続してある。

【0011】90 度移相器 28 としての用途に適した回路は、当業界では公知である。一例として、移相器はインダクタとコンデンサから成るか、或いは 1/4 波長伝送線である。

【0012】送信 FBAR アレイ 40 内において、各直列 FBAR 44, 46 は、1880 MHz に中心を有する同じ共振周波数 (f_r^{Tx}) を有している。同様に、並列 FBAR 50, 52 は同じ共振周波数を有するが、直列 FBAR の共振周波数は実質的に 1.0% から 3.0% (概ね 1.6%) であり、並列 FBAR のそれよりも大きい。その結果、図 2 に記載した極がもたらされる。

【0013】受信帯域フィルタ 26 の受信機 FBAR アレイ 42 もまた、同じ f_r^{Rx} を有する直列 FBAR 54, 56, 58 と、直列 FBAR の共振周波数 f_r^{Rx} とは 3.0% 異なる同じ共振周波数を有する並列 FBAR 60, 62, 64, 66 とから成る。ここで、 f_r^{Rx} は 1960 MHz に中心を有する。

【0014】図 2 に示した周波数応答形状に影響を及ぼすものとして他に考えられるのは、Q と呼ばれる能力指数と、 kt^2 と呼ばれる実効結合係数である。実効結合係数は、特定の FBAR の処理過程における音響エネルギーに対する電気エネルギーの比として考えることができる。Q と実効結合係数を最大化することが、これまで目的とされてきた。製造工程の結果として、実効結合係数は 8.0% 程度にまでできる。時に Q を kt^2 に依存させるのか、或いは Q を大幅に増大させるため kt^2 を低減させる方が好ましいのかは、実験によって割り出されてきた。この Q が、周波数応答のロールオフを左右する。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】音響共振器アレイの動作時に非常に急峻なロールオフをもたらす製造方法ならびにその結果得られる送受切換器が必要とされている。

【0016】

【課題を解決するための手段】音響共振器アレイの性能は、個々の音響共振器の実効結合係数を共振器の機能に基づいて調整することによって高められる。送受切換器の実施例中、送信帯域フィルタ内の FBAR の実効結合係数は、同じ送受切換器の受信帯域フィルタの FBAR よりも低い実効結合係数を有するよう製造される。一実施例では、実効結合係数の差異は電極層の膜厚を変化させることにより達成される。所与の周波数に対し、音響共振器の実効結合係数は、電極層の全膜厚に対する圧電層の膜厚比を変化させることにより変更される。一般に、FBAR 製造の目的は電極層の膜厚を最小にし、それによって「固有の」実効結合係数を提供することにある。例えば、この固有の係数は、7.0% から 8.0% の範囲内にある。しかしながら、所与の共振周波数を有する FBAR フィルタの結合係数は電極層の全膜厚に対する圧電層の膜厚比を減少させることにより下方へ調整することができる。何故なら共振周波数は電極-圧電スタックの「加重膜厚」(すなわち、電極材料と圧電材料の選択に基づいて加重した物理的な膜厚) に依存するからである。送信フィルタの一例として、目標共振周波数

を維持したままモリブデン (Mo) 電極の膜厚を増加させ、窒化アルミニウム (AlN) の膜厚を減少させることで、2.5%から4.0%までの範囲で劣化した実効結合係数を得ることができる。同様に、受信フィルタは、受信フィルタのFBARを形成する層について適当な膜厚を選択することにより4.0%から6.0%の範囲内の実効結合係数を有するよう製造することができる。

【0017】この実施例になる音響共振器アレイの製造方法は、FBAR送信(Tx)フィルタを動作させる第1の目標周波数範囲と第1の目標実効結合係数の選択ステップと、FBAR受信機(Rx)を動作させる第2の目標周波数と第2の目標実効結合係数の選択ステップとを含む。2つのFBARフィルタを形成するための圧電層と電極層の膜厚及び材料は、目標共振周波数及び目標実効結合係数の達成に基づいて決定される。この決定は、TxFBARの少なくとも1つについての増大させた電極層膜厚の選択を含み、これによりTxFBARフィルタが劣化された係数を有するようになる。そして、2つのフィルタは選択された膜厚と材料に従って形成される。

【0018】2つのフィルタの製造過程で、電極材料はモリブデンでよく、圧電材料は窒化アルミニウムでよい。これらの材料を用いることで、劣化した結合係数を有するFBAR Txフィルタの電極層は、より高い係数を有するRxフィルタの電極層の膜厚の1.2倍から2.8倍の範囲とし得る膜厚を有することとなる。例えば、CDMAのPCS規格と互換性のある通信装置において、Rxフィルタが5.6%から5.8%の範囲の結合係数を得るのに220nm(2200オングストローム)の電極層膜厚と2.2ミクロンの圧電性の膜厚をもたせ、一方、Txフィルタが3.1%から3.2%の範囲の結合係数を得るのに450nm(4500オングストローム)の電極層膜厚と概略800nm(8000オングストローム)の圧電性の膜厚をもたせる。Q(すなわち、ロールオフの急峻度)は、RxフィルタよりもTxフィルタの方がほぼ2倍は高いものとなる。

【0019】1つのアプリケーションで、所望のFBARのフィルタ装置は、フィルタ装置の経路に沿って電力容量を増大させるため、少なくとも1つの「電力バー」を含むよう設計される。「電力バー」は、ここでは単一の目標FBARに代えて一対の直列接続された大面積FBARとして規定される。各大面積FBARは、目標FBARの面積の2倍の面積を占める。電力バーにより規定した並直列の組み合わせ(従来の電気等価回路を直列接続したもの)が、電力バーのインピーダンスを目標FBARの目標インピーダンスに保つが、電力密度を4分の1だけ低減する。

【0020】本発明の第2の実施例において、劣化実効結合係数は、Txフィルタの少なくとも一部の共振器に

並列にコンデンサを形成することによって達成される。好ましくは、コンデンサは音響共振器アレイの製造ステップにおいて配設される材料を用いて形成される。例えば、FBAR製造用に配設(蒸着)する電極層と圧電層は、実効結合係数を劣化させるためTxフィルタの少なくとも1つのFBARに並列配置するコンデンサの形成過程で利用することができる。しかしながら、これらの層の使用に伴う懸念は、コンデンサではなく共振器が作られてしまうということにある。付加構成要素がコンデンサとして機能することを確実にする1つの方法は、スタックを懸架するのではなく基板上に直接構成要素の電極-圧電スタックを製造することにある。こうして、基板がコンデンサに質量を付加する手段をもたらし、それによって周波数は中心から外れるよう引っ張られる。

【0021】第2の方法は金の層を使用することであり、これは共振器構成要素を周波数ずれさせる手段として接点パッドを提供するのに従来から用いられていた。この第2の方法は好ましいものであり、何故なら第1の方法が高損失コンデンサを形成するのに対し、第2の方法は高Qの構成要素を形成するからである。金層を利用することにより、かつまたFBARと同様にコンデンサ構成要素を独立した膜として懸架することによって、コンデンサは高いQの共振器として、ただし第1及び第2のFBARよりも非常に低い周波数で機能する。その利点は、コンデンサの周波数を対象周波数から変位させられるよう調整できるだけでなく、送受切換器が良好に動作しない周波数での寄生共振を形成することにまで及ぶ。一例として、コンデンサは既成の送受切換器がエネルギーの拒絶反応から良好に動作しない周波数である1510MHzで共振する。コンデンサを1510MHzに調整することで、設計者は1510MHz信号の漏洩を低減する特定の並列型と直列型の共振器の導入が可能となる。このことは、FBAR製造に対しどんな工程ステップも追加することなしに達成される。コンデンサの調整は、単にコンデンサの電極-圧電スタック内の金又は他の層の膜厚を適切に選ぶことによってもたらされる。

【0022】上記した方法の長所は、音響共振器アレイの性能が製造方法に甚大な影響を及ぼすことなく高められることにある。全二重送受切換器内で個々の共振器の実効結合係数を調整することで、通過帯域の対向端のロールオフを調整することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】図4を参照して、送信帯域フィルタ68が送信ポート78からアンテナポート80まで電気的に直列接続した4つの直列FBAR70, 72, 74, 76を含むものとして概略図示してある。このフィルタもまた、2つの並列FBAR82, 84を含んでいる。第1の並列FBAR82は、2組の直列FBAR間に接続してあり、一方で第2の並列FBAR84がア

ンテナポートと直列FBAR76の間に接続してある。図4はまた、1段の受信フィルタ73を示している。この段は、直列FBAR75と並列FBAR77を含んでいる。送信(Tx)フィルタや受信(Rx)フィルタ内の段数は、以下にさらに詳しく説明するように、本発明にとっては重要でない。フィルタにとって重要なのは、少なくとも1つのFBARが、少なくとも1つの他のFBARに対して意図的に劣化させてある実効結合係数を有していることである。好適な実施例において、TxフィルタのFBARは意図的に劣化させた実効結合係数を有しており、その一方でRxフィルタのFBARはかなりもっと高い係数を有する。

【0024】FBAR対70、72及びFBAR対74、76は、「電力バー」である。各対内の2つのFBARの直列接続が、単一の目標FBARに対して電力密度を4倍だけ増大させる。第1のFBAR対70、72に関しては、各FBARは目標FBARの面積の2倍の面積を占めるよう製造してある。FBARを直列に接続すると、従来の電氣的に等価な回路の組み合わせから得られる抵抗とコンデンサの直並列配置(図7を参照して以下に説明する)が、目標FBARのインピーダンスを達成しつつ、電力密度を増大させる。電力バー内のFBARの共振周波数は、電力バーにより「置換した」目標FBARの共振周波数と同じでなければならない。

【0025】図4の移相器28は本発明にとって重要ではなく、図1の移相器28の説明と一貫性を有するものである。2つの例を挙げれば、移相器はインダクタとコンデンサで構成するか、或いは1/4波長伝送線である。各並列FBAR82、84は、外部のインダクタ86、88を介して接地してある。インダクタは並列バーの減衰極を配置するのに用いることもでき、これにより通過帯域周波数応答が周波数応答外側端における急峻なロールオフなどの所望特性を呈する。

【0026】各FBAR70、72、74、75、76、77は、外部電極層と内部圧電層を含む。例えば、Txフィルタ68の直列FBAR74は、圧電層94を挟持する電極90、92を含んでいる。同様に、Rxフィルタ73の直列FBAR75は、電極96、98と中心圧電層100を含んでいる。圧電層を挟持する電極層の全膜厚に対する圧電層94の膜厚比は、Rxフィルタの並列FBAR用のものよりもTxフィルタの直列FBAR用の方が格段に小さいように示してある。下記にさらに詳しく説明するように、増加した電極層の膜厚がRxフィルタ73に対するTxフィルタ68の結合係数を劣化させる。その結果、TxフィルタのQはRxフィルタのQよりも大であり、Txフィルタの通過帯域周波数応答端における急峻度はRxフィルタのものよりも大きい。

【0027】図5は、Txフィルタの直列FBAR74及びRxフィルタの直列FBAR75を例示する縦断側

面図である。ここでも、FBAR74の電極層90、92は、FBAR75の電極層96、98よりもかなり膜厚に図示してある。両フィルタ68、73とも、例えばシリコン基板などの単一の基板102上に形成してある。しかしながら、フィルタは別々の基板上に形成してもよく、或いはシリコン以外の材料上に形成してもよい。FBARは、2本の電極90、92、96、98間に圧電材料94、100を挟持する箇所形成してある。好ましくは、ウェル104、106はFBAR下側の基板においてエッチングされている。その結果、FBARを形成する各電極-圧電スタックは、ウェルを覆って懸架した膜となり、両側に共振器と空気の界面をもたらす。あるいは、ソリッドに組み付けた共振器(solidly mounted resonators; SMR)を、本発明から逸脱することなく用いることもできる。一般にSMRは、大きな音響インピーダンスをもたらすよう、それらの底面に音響ブラッグ反射体を含むものである。ブラッグ反射体は、高低の音響インピーダンス材料が交互に重なる層で出来ていて、各層がFBARの共振周波数の実質的に1/4波長の膜厚を有する。一部のアプリケーションでは、数個のFBARが単一のウェルを共有する。

【0028】図4、5の個別直列FBAR74、75の特性は、電極-圧電スタックの層膜厚と材料とに依存する。圧電層94、100を形成するのに好適な材料は窒化アルミニウムであるが、他の材料(例えば、酸化亜鉛)も使用できる。使用可能な電極材料はモリブデンであるが、他の金属(例えば、アルミニウムやタングステンや金やチタン)で代用することもできる。所与の電極ならびに圧電材料にとって、FBARの特性は、例えば圧電層の膜厚や電極の膜厚或いは電極間の重複領域といった幾何学的要因に依存する。例えば、共振周波数は電極-圧電スタックの「加重膜厚」に依存する。加重膜厚は、電極材料と圧電材料の選択に基づく調整を施した物理的な膜厚である。この調整は必要であり、何故なら材料が異なれば音速も異なるからである。電極の一方又は両方の加重膜厚を変えることで、電極-圧電スタックの加重膜厚が変わり、それによってスタックの共振周波数が調整される。

【0029】電極-圧電スタックの層膜厚もまた、実効結合係数(Txフィルタ68とRxフィルタ73の k_t^2)に影響を及ぼす。本発明によれば、フィルタの実効結合係数は、フィルタ機能に基づいて調整される。Txフィルタ68にRxフィルタ73よりも低い実効結合係数をもたせることにより、CDMA互換送受切換器は望ましい特性を呈する。図1~3を参照して特筆されるように、送信機通過帯域と受信機通過帯域の間には交差域が存在する。直列TxフィルタのFBAR70、72、74、76は、交差域における送信機通過帯域の特性に相当の影響を及ぼす。仕様上要求される共振周波数を維持しつつ実効結合係数を意図的に劣化させることで、送

受切換器性能が高められる。上記したように、Txフィルタの $k t^2$ の低減がそのQを増大させ、これによりもっと急峻なロールオフが達成される。

【0030】図5において、TxFBAR74とRxFBAR75の断面図が、電極層の全膜厚に対する圧電層の膜厚比の違いを示している。TxFBAR74については、その比はRxFBAR75のそれよりも相当に低いものである。それ故に、Txフィルタの実効結合係数は、Rxフィルタの結合係数よりも相当に低いものとなる。一般に、FBARの製造の目的は電極層の膜厚を最小にすることにある。このことで、7.0%から8.0%までの範囲の固有の実効結合係数がもたらされる。図5において、RxFBAR75の規定に用いる電極層96、98は、膜厚220nm(2200オングストローム)を有するモリブデンで形成できる。RxFBARを形成する圧電層100の部分は、実質的に2.2ミクロンの膜厚を有する窒化アルミニウムである。このことで、CDMA互換送信フィルタ用の仕様上要求される共振周波数ももたらされるとともに、5.6%から5.8%の範囲の実効結合係数がもたらされる。

【0031】Txフィルタ68が意図的に劣化させられた実効結合係数を有するよう、TxFBAR74は形成される。頂部モリブデンと底部電極90、92は、実質的に450nm(4500オングストローム)の膜厚を有しており、一方で圧電層94の関連部分の膜厚は実質的に800nm(8000オングストローム)である。このことで、仕様上要求される共振周波数ももたらされるとともに、3.1%から3.2%の範囲の実効結合係数がもたらされる。

【0032】特定された層膜厚に基づいて形成されたTxフィルタ68とRxフィルタ73については、TxフィルタはRxフィルタのほぼ2倍のQを有する。その結果、Txフィルタ周波数応答の急峻度は、かなり大きなものとなる。

【0033】さてここで、図6を参照して、本発明になる係数格差をもたせた(coefficient-differentiated)FBARフィルタの製造ステップの工程フローについて説明する。ステップ108において、第1のFBARフィルタについて目標周波数応答と目標実効結合係数を選択する。図4の送信フィルタ68の形成過程では、第1のFBARはTxフィルタ68である。目標周波数レスポンスは、所望のアプリケーションに依存する。例えば、CDMA要件と互換性をもった送受切換器にあっては、目標周波数応答は、1880MHzを中心(すなわち、 $f_{rTx}=1880MHz$)にすることとなる。

【0034】ステップ110において、第2のFBARフィルタ用に目標周波数応答と目標実効結合係数を選択する。再び図4を参照するに、第2のFBARフィルタはRxFBARフィルタ73であり、このため $f_{rTx}=1960MHz$ である。好適な実施例では、第1の目標

結合係数は2.5%から4.0%の範囲内で選択し、一方また第2の目標結合係数は4.0%から6.0%の範囲内で選択する。

【0035】送信FBARフィルタと受信FBARフィルタ製造用の層膜厚と材料を、ステップ112において決定する。このステップは、TxFBARフィルタ68の少なくとも1つの電極層について増加させた電極層膜厚の選択を含み、それによってTxFBARフィルタの実効結合係数がRxFBARフィルタ73の結合係数に対し劣化することを確実にしている。このことは、TxFBARフィルタとRxFBARフィルタのそれぞれについて、電極層の全膜厚に対する圧電層の膜厚比の特定を必要とする。TxFBARフィルタについての比は、特定済みのRxFBARフィルタについての比未満であり、何故なら目標実効結合係数がTxFBARフィルタについては低減させられるからである。製造を容易にするため、TxFBARフィルタとRxFBARフィルタのための材料は好ましくは同一である。しかしながら、このことは重要ではない。何故ならば係数の異なる2つのフィルタ用に異なる材料を選ぶことにより、ある程度達成されるからである。

【0036】ステップ114において、FBARが作製される。フィルタ68、73は、図5に示したように、同一基板102上に形成することができる。しかしながら、フィルタを別々の基板上に形成し、その後フィルタを相互接続するのに比べ、工程面で有利である。単一基板上で電極層と圧電層の膜厚を可変することは困難である。FBARを別々の基板上に形成することは、その困難さを取り除くものである。FBARを同一基板上に形成する場合、膜厚が増加する部分は多重蒸着(多重配設)ステップを設けることで達成される。例えば、図5の下側電極層92の形成過程で、層が電極層98の所望膜厚に達した後、モリブデン蒸着を一時的に中断することができる。そこでマスキング層をFBAR75の領域に蒸着し、これにより直列FBAR74の領域内でだけモリブデン蒸着を再開する。同様の多重ステップ蒸着工程を圧電層100用に設けることができる。2個の頂部電極90、96は同様に形成することができる。

【0037】本発明の第1実施例は単一の圧電層を有するFBARにおいて使用するものとして説明したが、本発明は当事者レベルから逸脱することなく、積層FBARへ拡張することができる。すなわち、電極層により仕切った積層圧電層を有するFBARアレイは、調整された実効結合係数を有するよう組み立てた手所望のフィルタ特性を獲得する。

【0038】電極層の全膜厚に対する圧電層の膜厚比を修正する方法は、FBARアレイ内で異なるFBARの実効結合係数を調整するための1つの手段となる。実効結合係数を調整する第2の手段は、選択されたFBARと並列にコンデンサを形成することである。以下にさら

に詳しく説明するように、コンデンサの並列接続は実効結合係数を劣化させる。実効結合係数を劣化させるこのコンデンサの使用は、T_xフィルタとR_xフィルタの設計と製造以外のアプリケーションに用いることもできる。

【0039】図7は、FBARについての電氣的等価回路図である。回路は、修正されたバタワース・ヴァンダイク回路として当業界では公知である。主な無効要素は並列静電容量(C_p)116であり、電極層と圧電層の構造により規定される静電容量である。圧電層は、並列静電容量116のための誘電体として機能する。プレート抵抗(R_p)118は、並列静電容量116の直列抵抗を表しており、また抵抗(R_s)120が電極-圧電スタックの接点122、124間の電氣的な直列接続抵抗を表す。接点122、124は、従来から金で出来ている。

【0040】インダクタンス(L_m)126と容量(C_m)128と抵抗(R_m)130の直列接続は、FBARの圧電特性に起因する音響の動的表現である。図5、6を参照して記載したステップを用いて製造したFBARを有するFBARフィルタの動作過程で、実効結合係数はプレート静電容量116に対する動的静電容量128の比に直接関係する。しかしながら、図8に示したように静電容量(C_{new})132を付加することで、動的静電容量128を一定に保ったまま、プレート静電容量116は増加する。各目標FBARと並列に静電容量132を配置することで、FBARフィルタの実効結合係数は制御可能に低減させられる。FBARと並列に同じ周波数の別の共振器を付加することで、図7の容量116、128が両方とも増加し、かくして比が影響を受けなくなる点は特筆されるべきである。明らかに、共振器よりもコンデンサの方が所望の成果をもたらす。

【0041】好ましくは、付加静電容量132は、FBARの製造に用いるのと同じ材料と技法を用いて製造される。頂部ならびに底部電極層をプレートとして用い、圧電層を誘電体として用いてコンデンサを形成することへの懸念は、コンデンサではなく共振器が形成されてしまうことにある。そのため、対象周波数の1つにおいて共振しないよう、新装置には質量を付加すべきである。図9を参照するに、新装置に質量付加する1つの技法は、基板136の表面にコンデンサスタック134を直接作ることにある。このことで、共振周波数は中心から外れる。すなわち、コンデンサスタック134の層が影響を受けるFBAR138の層15と同じ膜厚を有するにも拘わらず、ウェル140を形成することでFBARを基板上に懸架したまま、このコンデンサスタックを直接基板136の表面上に形成するが故に周波数は異なるものとなる。コンデンサスタック134をFBARスタック138から適切に区別する目的で、電氣的な並列配置をもたらす接続は図示していない。

【0042】コンデンサスタック134を直接基板136の表面に形成する技法は、図8を参照して説明したように、影響を受けたFBARフィルタの結合係数の調整を可能にする。このアプローチへの懸念は、コンデンサスタックがエネルギーを基板136へ伝搬する変換器として働くことである。基板が比較的厚いため、多数の周波数を送信できる。かくして、この新規な装置は意図に反して損失の多いものとなる。

【0043】ここで図10を参照すると、図8の静電容量132を形成することへの他のアプローチは、ウェル144上に形成するコンデンサスタックの頂部に金層142を適用することである。図9のものと同一である図10の構成要素は、同じ参照符合を有する。かくして、図9、10のアプローチ間の唯一の違いは、付加金層142と付加ウェル144を用いることである。好ましくは、金層はFBARアレイのための接点パッド形成に従来から用いられてきたものと同じ層である。金層の付加は、スタック134の共振周波数を減らすものである。何故ならそれが電極の加重膜厚を増やすからである。

【0044】パッド層金属レベルからの金の使用に対する効果は、周波数を調整し、これによりその周波数を対象周波数からずらしたものとするだけでなく、送受切換器が良好に動作しない周波数において寄生共振を形成させる点にもある。一例として、コンデンサは、エネルギーが拒絶されるために、既成の送受切換器は良好に動作しない1510MHzにおいて共振させることができる。コンデンサスタック134を1510MHzへ調整することで、設計者は1510MHzの漏洩を減らす特定の並列共振器と直列共振器を組み込めるようになる。このことは、FBAR製造に方法ステップを付加することなく達成される。コンデンサスタックの調整は、単にスタック内の金ならびに他の層の膜厚を適切に選ぶことで達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の携帯電話機や同様の装置の前置回路のブロック線図である。

【図2】図1において使用した型の帯域フィルタの特性を示すグラフである。

【図3】従来の全二重送受切換器の概略ブロック線図である。

【図4】フィルタがかなり異なる実効結合係数を有する本発明の一実施例になる一対の帯域通過フィルタの一例を示す概略ブロック線図である。

【図5】図4の選択されたFBARの断面図である。

【図6】図4、5を参照して説明した本発明を実行するステップからなる工程フローを示す図である。

【図7】本発明の第1実施例に従って形成した従来のFBARの電氣等価回路のブロック線図である。

【図8】本発明の第2の実施例に従って形成したFBARの電氣等価回路のブロック線図である。

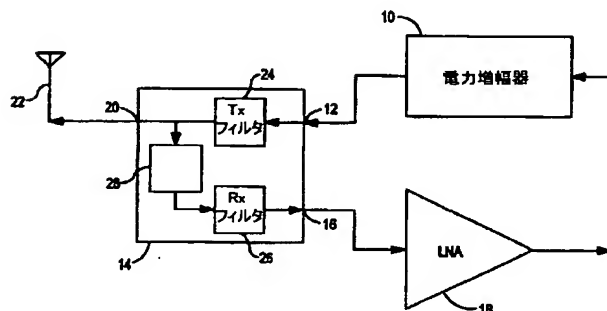
【図9】図8に示した第2実施例への第1のアプローチに従い、コンデンサを直接基板上に形成した共振器-コンデンサ対の縦断側面図である。

【図10】図8に示した第2実施例達成への第2のアプローチに従い、頂部金属層の追加によりコンデンサに質量を搭載した共振器-コンデンサ対の縦断側面図である。

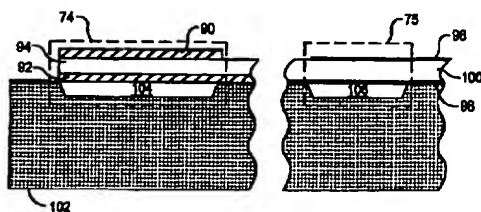
【符号の説明】

- 10 電力増幅器
12 送信ポート
14 全二重送受切換器
16 受信ポート
18 低雑音増幅器 (LNA)
20 アンテナポート
22 アンテナ
24 Txフィルタ
26 Rxフィルタ
28 移相器
30 通過帯域
32 中心周波数
34 挿入損
36, 38 ロールオフ
40 送信FBARアレイ
42 受信FBARアレイ
44, 46, 54, 56, 58, 70, 72, 74, 7

【図1】

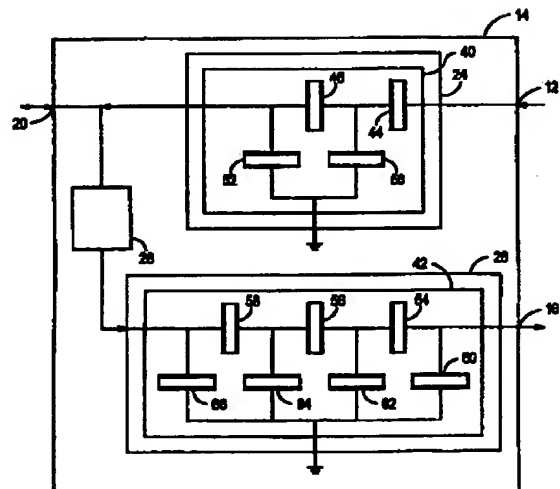


【図5】

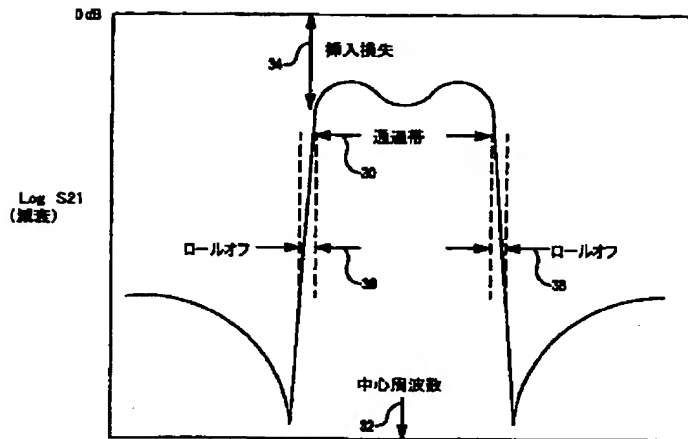


- 5, 76 直列FBAR
50, 52, 60, 62, 64, 66, 82, 84 並列FBAR
68 送信帯域フィルタ
73 受信帯域フィルタ
78 送信ポート
80 アンテナポート
86, 88 インダクタ
90, 92, 96, 98 電極層
10 94, 100 圧電層
102 基板
104, 106 ウェル
116 並列静電容量
118 プレート抵抗
120 抵抗
122, 124 接点
126 抵抗
128, 132 静電容量
130 インダクタンス
20 134 コンデンサスタック
136 基板
138 FBARスタック
140, 144 ウェル
142 金層

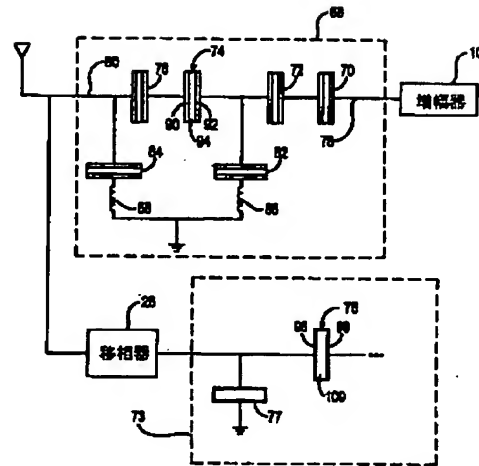
【図3】



【図2】



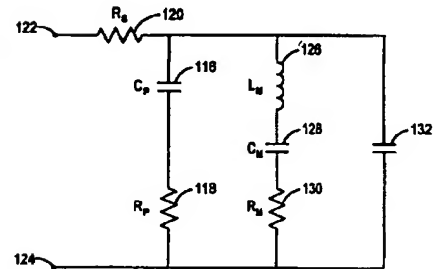
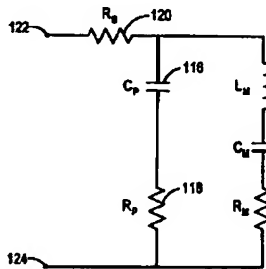
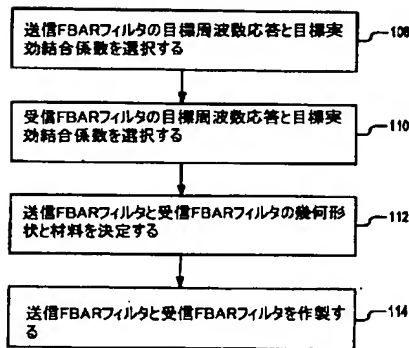
【図4】



【図6】

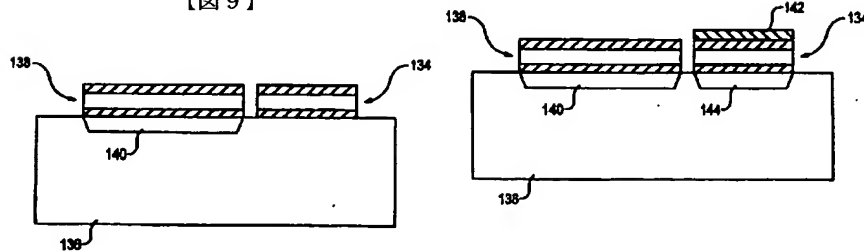
【図7】

【図8】



【図10】

【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H04B 1/50

識別記号

F I

H04B 1/50

テーマコード(参考)

(72) 発明者 リチャード・シー・ラビー
アメリカ合衆国カリフォルニア州94025,
メンロ・パーク, ナインス・アベニュー
567

(72) 発明者 ポール・ブラッドリー
アメリカ合衆国カリフォルニア州94040,
マウンテン・ビュー, フェイエット・ドラ
イブ 2680 #120

(72) 発明者 ドミンゴ・フィギュアド
アメリカ合衆国カリフォルニア州94550,
リバーモア, アーレーン・ウェイ 5576

(72) 発明者 ジョン・ディ・ラーソン・サード
アメリカ合衆国カリフォルニア州94301,
パロ・アルト, テニーソン・アベニュー
143

(72) 発明者 ユーリー・オシュミャンスカイ
アメリカ合衆国カリフォルニア州93010,
カマリロ, イースト・ローランド・アベニ
ュー 1730

Fターム(参考) 5J108 AA07 BB08 CC11
5K011 DA02 DA27 JA01

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

Bibliography

- (19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)
(12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)
(11) [Publication No.] JP, 2003-22074, A (P2003-22074A)
(43) [Date of Publication] January 24, Heisei 15 (2003. 1. 24)
(54) [Title of the Invention] The manufacture approach and duplexer of a thin film bulk wave sound resonator array
(51) [The 7th edition of International Patent Classification]
G10K 11/02
H03H 3/02
9/17
9/205
9/54
H04B 1/50
[FI]
G10K 11/02 H
H03H 3/02 B
9/17 F
9/205
9/54 Z
H04B 1/50
[Request for Examination] Tamotsu
[The number of claims] 15
[Mode of Application] OL
[Number of Pages] 11
(21) [Application number] Application for patent 2002-121402 (P2002-121402)
(22) [Filing date] April 23, Heisei 14 (2002. 4. 23)
(31) [Application number of the priority] 09/841234
(32) [Priority date] April 23, Heisei 13 (2001. 4. 23)
(33) [Country Declaring Priority] U. S. (US)

(71) [Applicant]
[Identification Number] 399117121
[Name] Horse mackerel RENTO Technologies ink
[Name (in original language)] AGILENT TECHNOLOGIES, INC.
[Address] American California Palo Alto The Paige Mill load 395
[The address or an address sale order online processing system notation]
395 Page Mill Road Palo Alto, California U.S.A.
(72) [Inventor(s)]
[Name] Richard C RABI
[Address] American California 94025, Menlo Park, NAINSU avenue 567
(72) [Inventor(s)]
[Name] Paul Bradley
[Address] American California 94040, Mountain View, FEIETTO drive 2680
#120
(72) [Inventor(s)]
[Name] Domingo FIGYUADO
[Address] American California 94550, Livermore, AREN way 5576
(72) [Inventor(s)]
[Name] John Di Larsson Saad
[Address] American California 94301, Palo Alto, TENISON avenue 143
(72) [Inventor(s)]
[Name] Yury OSHUMYAN sky
[Address] American California 93010, Camarillo, the East Roland avenue
1730
(74) [Attorney]
[Identification Number] 100099623
[Patent Attorney]
[Name] Okuyama In addition, it is 1. (outside binary name)
[Theme code (reference)]
5J108
5K011
[F term (reference)]
5J108 AA07 BB08 CC11
5K011 DA02 DA27 JA01

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

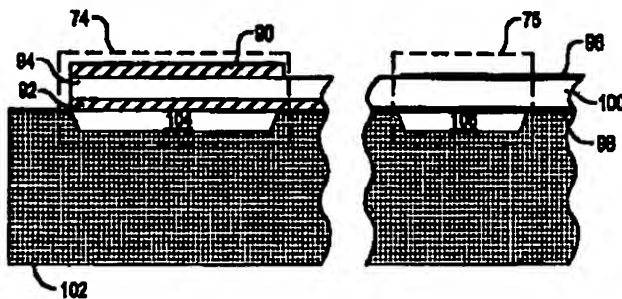
Epitome

(57) [Abstract]

[Technical problem] The duplexer obtained as a result of [its] the manufacture approach of bringing about a very steep roll-off at the time of actuation of a sound resonator array is offered.

[Means for Solution] The 1st target frequency response which operates the 1st thin film bulk wave sound resonator (FBAR) filter, and the 1st target effective coupling coefficient are chosen. The 2nd target frequency response which operates the 2nd FBAR filter, and the 2nd target effective coupling coefficient are chosen. Degrade said 1st target effective coupling coefficient substantially to said 2nd target effective coupling coefficient, and the thickness (96 94, 90, 92; 100, 98) of a piezo-electric layer and an electrode layer is determined. Said 1st and 2nd FBAR(s) are formed so that said 1st, 2nd target frequency-response and said 1st [the], and 2nd target effective coupling coefficients may be obtained, and it is this. The manufacture approach of a FBAR array that make it make it obtained and said 1st target effective coupling coefficient degraded substantially forms said 1st and 2nd FBAR filters, and a duplexer.

[Translation done.]



[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The step which chooses the step which chooses the 1st target frequency response which is characterized by providing the following, and which operates the 1st thin film bulk wave sound resonator (FBAR) filter, and the 1st target effective coupling coefficient, and the 2nd target frequency response which operates the 2nd FBAR filter and the 2nd target effective coupling coefficient Said step said whose 1st target effective coupling coefficient is what has deteriorated substantially to said 2nd target effective coupling coefficient Are the step which determines the thickness of a piezo-electric layer and an electrode layer, and said 1st and 2nd FBAR(s) are formed so that said 1st, 2nd target frequency-response and said 1st [the], and 2nd target effective coupling coefficients may be obtained. It includes choosing the electrode layer membrane thickness to which it was made to increase about at least one electrode layer of said 1st FBAR filter. The step from which the this electrode layer membrane thickness to which it was made to increase is larger than the electrode layer membrane thickness chosen as said 2nd FBAR, and obtains by this said 1st target effective coupling coefficient which has deteriorated substantially The step which forms said 1st and 2nd FBAR filters based on said thickness and ingredient

[Claim 2] the step which said thickness and ingredient form -- said every -- the decision of the thickness ratio of a piezo-electric layer to all the thickness of the electrode about the 1st and 2nd FBAR filters -- containing -- said ratio about said 1st FBAR filter -- said ratio about said 2nd FBAR filter -- the approach according to claim 1 characterized by being the following.

[Claim 3] The approach according to claim 1 characterized by said step

as which said step which chooses said 1st target multiplier chooses said 2nd target multiplier from 2.5% including the step which chooses the value of 4.0% of within the limits containing the step which chooses the value of 4.0 to 6.0% of within the limits.

[Claim 4] The approach according to claim 1 characterized by including further the formation step of the duplexer which contains said 2nd FBAR filter as the 1st [said] FBAR filter and receiving filter as a transmitting filter, respectively.

[Claim 5] the step which forms said 1st and 2nd FBAR filters -- arrangement of the aluminum nitride as said piezo-electric layer, and arrangement of the molybdenum as said electrode layer -- containing -- this -- the approach according to claim 1 characterized by said electrode layer of the 1st FBAR filter having the thickness of the 2.8 times [1.2 to] as many range of the thickness of the electrode layer of said 2nd FBAR as this.

[Claim 6] The approach according to claim 1 characterized by said selection step and formation step of said 1st and 2nd FBAR(s) including setting the 1st target frequency response which has center frequency as less than 100MHz of the center frequency of said 2nd target frequency response.

[Claim 7] The manufacture approach of the sound resonator array characterized by providing the following The step which chooses the filter configuration of a thin film bulk wave sound resonator (FBAR), and obtains a target frequency response and a target effective coupling coefficient The step which maintains the target impedance of this FBAR substantially and constitutes said power bar as a large area FBAR of the pair which series connection is carried out and brings about the synthetic impedance corresponding to said target impedance, designing at least one FBAR as a power bar in said filter configuration, and increasing fairly the power flux density of said filter configuration in said power bar Said step including choosing the ratio of the thickness of a piezo-electric layer to the thickness of an electrode layer in the manufacture process of said filter configuration, choosing said at least one ratio at the step which obtains said target frequency response and said target effective coupling coefficient, and securing a small effective coupling coefficient from the coupling coefficient of a proper substantially The step which forms the electrode layer which is the manufacture step of said filter configuration and has the thickness based on formation of said power bar, and said selected achievement of a ratio, and a piezo-electric layer

[Claim 8] Have the receiving FBAR array characterized by providing the

following, and it has the effective coupling coefficient with which said transmitting FBAR array does not fill substantially the effective coupling coefficient of said receiving FBAR array. Said effective coupling coefficient which is not filled substantially on the big electrode layer and real target of thickness more substantially than said FBAR of said receiving FBAR array the piezo-electric small layer of thickness The duplexer characterized by realizing by using for some FBAR(s) of said transmitting FBAR array at least The transmitting thin film bulk wave sound resonator (FBAR) array which has the transmitting serial FBAR by which the series connection was carried out, and the transmitting juxtaposition FBAR The serial FBAR and reception juxtaposition FBAR by which series connection was carried out

[Claim 9] Said transmitting FBAR array and a receiving FBAR array are a duplexer according to claim 8 characterized by having the frequency which is compatible with actuation within agreement division multi-access (CDMA) personal communication system (PCS).

[Claim 10] said piezo-electric layer membrane thickness from which said some of FBAR(s) of said transmitting FBAR array serve as a certain fixed ratio to all the thickness of said electrode layer, respectively at least -- having -- **** -- this -- the duplexer according to claim 8 characterized by not filling substantially the ratio of the thickness of said piezo-electric layer to all the thickness of said electrode layer about said receiving serial FBAR and said reception juxtaposition FBAR with a ratio.

[Claim 11] The duplexer according to claim 10 with which said all thickness in said electrode layer of a part of [said / at least] FBAR(s) is characterized by being within the limits of 1.2 to 2.8 times of all the thickness of said electrode layer about said receiving serial FBAR and said reception juxtaposition FBAR.

[Claim 12] The step which chooses the step which chooses the 1st target frequency response which is characterized by providing the following, and which operates the 1st FBAR filter, and the 1st target effective coupling coefficient, and the 2nd target frequency response which operates the 2nd FBAR filter and the 2nd target effective coupling coefficient The step which said 1st target effective coupling coefficient has degraded to said 2nd target effective coupling coefficient The step which forms said 1st FBAR filter in quest of said 1st target frequency response and a bigger effective coupling coefficient than said 1st target effective coupling coefficient The step which forms said 2nd FBAR filter in quest of said 2nd target frequency response and said 2nd target effective coupling coefficient said at

least one FBAR of said 1st FBAR filter -- juxtaposition -- a capacitor -
- forming -- this -- the step which said effective coupling coefficient
of the 1st FBAR filter is degraded, and obtains said 1st target
effective coupling coefficient by it

[Claim 13] The formation step of said capacitor is an approach according
to claim 12 characterized by making it have the resonance frequency
which adds mass and this individual FBAR structure does not fill with
carrying out the suspension of this each FBAR on a substrate, and
forming a golden electrode layer in this individual FBAR structure
substantially by this at said 1st and 2nd target frequency responses
including the step which manufactures individual FBAR structure.

[Claim 14] Said step which manufactures said individual FBAR structure
The step which forms a piezo-electric layer and an electrode layer so
that it may have said resonance frequency of the range of 1400 to
1600MHz is included. The step which forms said 1st FBAR filter and the
2nd FBAR filter is an approach according to claim 13 characterized by
including the step in which a piezo-electric layer and an electrode
layer are formed in, and said 1st and 2nd target acoustic frequency has
actuation and compatibility of PCS of said CDMA.

[Claim 15] The formation step of said 1st FBAR filter and the 2nd FBAR
filter is an approach according to claim 12 characterized by being a
thing containing the FBAR suspension of said 1st [the] to said
substrate top, and the 2nd FBAR filter including the step to which the
formation step of said capacitor arranges the piezo-electric layer and
electrode layer of non-suspension on a substrate.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may
not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] More specifically, this invention relates to control of the effective coupling coefficient of a thin film bulk wave sound resonator about a sound resonator.

[0002]

[Description of the Prior Art] The common signalling channel is combined with both the receiver input edge and the transmitter outgoing end in the communication link application with which a large number differ. For example, the antenna is combined with the receiver and the transmitter in the cellular phone or the cordless telephone machine. A duplexer (duplexer) is used for often combining a common signalling channel with an input edge and an outgoing end in this kind of configuration.

Preventing that the signal generated by the transmitter combines with the input edge of a receiver, the function of a duplexer is in a common signalling channel, or is to offer required association from a common signalling channel.

[0003] One mold of a duplexer is called the half-duplex duplexer. The switch which connects a common signalling channel to a receiver or a transmitter on time-sharing criteria is used for a half-duplex duplexer. Although this half-duplex duplexer has a desired joint property and a desired damping property, it is not received with much telephone communication application. It is because utterance and listening have come be made to coincidence as for persons concerned with a message.

[0004] A kind of the duplexer to which conditions were equal as an object for telephone communication applications is a full duplex duplexer. A full duplex duplexer operates, only when a sending signal has the frequency of an input signal, and a different frequency. The band pass filter which separates a sending signal from an input signal according to a frequency is built into the full duplex duplexer. Drawing 1 is drawing which illustrates the conventional circuit used in a portable telephone, personal communication system (PCS) equipment, or other **/receiving sets. The power amplifier 10 of a transmitter is connected to the transmit port 12 of the full duplex duplexer 14. The duplexer contains the receive port 16 linked to the low noise amplifier (LNA) 18 of a receiver again. In addition to the transmit port and the receive port, the antenna port 20 is included in the duplexer 14, and this port is connected to the antenna 22.

[0005] A duplexer 14 is 3 port equipment which has a transmit port 12, a receive port 16, and the antenna port 20. The duplexer contains the transmitting band-pass filter 24, the receiver band-pass filter 26, and

the phase shifter 28 in the interior. The passband of two filters 24 and 26 has a core in the frequency range of the sending signal inputted through power amplifier 10, and the input signal with which a receiver is aligned, respectively.

[0006] The requirements for the band-pass filters 24 and 26 of a duplexer 14 are strict. A band-pass filter must be separated from the large sending signal on the strength to which power amplifier 10 generates the small input signal on the strength which is generated by the antenna 22 and led to the input edge of a low noise amplifier 18. Usually, the sensibility of a low noise amplifier is about -100dBm, and power amplifier supplies the sending signal which has the reinforcement of about 28dBm by one side. The thing it should be made for any residual sending signals which the duplexer 14 made decrease about 50dB of sending signals between the antenna port 20 and a receive port 16, and were mixed in the input signal by the receive port not to exert an overload for on a low noise amplifier is called for.

[0007] The agreement division multi-access (CDMA) is used for a kind of PCS used in migration telephone. The PCS wireless band of CDMA has the core in 1920MHz substantially, and has the exceptionally strict requirements for regulation about the duplexer engine performance. Some concern is clarified with reference to drawing 2. A passband 30 is specified by some a pole and some zero points. a pole and a zero point - the equal distance from center frequency 32 -- alienation -- it is arranged. About the passband 30 of a transmitter, the good thing of the insertion loss 34 from a transmitter to an antenna is more desirable than -3dB in most bands. Separation of the transmitter to a receiver port exceeds 50dB in most transmitter bands, and exceeds 46dB in a receiver band. The crossover region between a transmitter band and a receiver band is generated in nearly 1920MHz. A transmitter band and a receiver band are about 3.0% of carrier frequencies, and, for this reason, the very steep filter roll-offs 36 and 38 are required. The pole, zero point, and roll-off 36 by the side of low frequency are determined by the property of a parallel resonance machine (shunt resonators), and the pole, zero point, and roll-off 38 by the side of a RF are determined by the property of a series resonance machine (series resonators) so that it may explain to the following in more detail.

[0008] Other pending questions about a duplexer are in achievement of the requirements for power processing. The power amplifier 10 of drawing 1 in a transmitter can feed the transmit port 12 of a duplexer 14 with 1W power. A band-pass filter 24 must be able to treat such power, without being destroyed or degrading the engine performance.

[0009] With reference to drawing 3 , a duplexer 14 is further explained to a detail. A duplexer contains the transmitting thin film bulk wave sound resonator (film bulk acoustic resonator;FBAR) array 40 and the receiving FBAR array 42. A transmitting FBAR array is a two-step ladder which has two serials 44 and FBAR 46 and two juxtaposition 50 and FBAR 52. The serial FBAR is connected to the serial between the transmit port 12 and the antenna port 20, and Juxtaposition FBAR is connected between the electric gland and the node between serial FBAR(s) on the other hand again. The whole page of a FBAR array consists of one serial FBAR and one juxtaposition FBAR, respectively. A power bar is used for each pass elements 44 and 46 in order to process the large power generated by power amplifier in the filter input edge of a transmitter filter.

[0010] A receiver FBAR array is the ladder of three step and a half ($7/2$ step). $1/2$ step is restricted to either one serial FBAR or one juxtaposition FBAR. If it is in the instantiation train 42, $1/2$ step is juxtaposition FBAR60. The FBAR array includes three serials 54, 56, and FBAR 58 and four juxtaposition 60, 62, 64, and FBAR 66. Series connection of the serial FBAR has been carried out between the 90-degree phase shifter 28 and the receive port 16. Juxtaposition FBAR is connected between the electric earth and the node between serial FBAR(s).

[0011] The circuit which was suitable for the application as a phase shifter 28 90 degrees is well-known in this industry. or [that a phase shifter consists of an inductor and a capacitor as an example] -- or it is the quarter-wave length transmission line.

[0012] Each serial 44 and FBAR 46 has the same resonance frequency ($frTx$) which has a core in 1880MHz in the transmitting FBAR array 40. Similarly, although juxtaposition 50 and FBAR 52 has the same resonance frequency, the resonance frequency of a serial FBAR is 1.0% to 3.0% (in general 1.6%) substantially, and is larger than that of Juxtaposition FBAR. Consequently, the pole indicated to drawing 2 is brought about.

[0013] The resonance frequency $frRx$ of the serial 54, 56, and FBAR 58 in which the receiver FBAR array 42 of the receiving band-pass filter 26 also has the same $frRx$, and a serial FBAR consists of the juxtaposition 60, 62, 64, and FBAR 66 which has the same resonance frequency different 3.0%. Here, $frRx$ has a core in 1960MHz.

[0014] Otherwise, the capacity characteristic called Q and the effective coupling coefficient which $kt2$ is called are thought as what affects the frequency-response configuration shown in drawing 2 . An effective coupling coefficient can be considered as a ratio of electrical energy to the sound energy in the processing process of specific FBAR. To maximize Q and an effective coupling coefficient has so far been made

into the purpose. As a result of a production process, an effective coupling coefficient is made to about 8.0%. making it depend for Q on kt^2 by the way -- or it has been deduced by experiment whether it makes it more desirable to reduce kt^2 in order to increase Q sharply. This Q influences the roll-off of a frequency response.

[0015]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The duplexer obtained as a result of [its] the manufacture approach of bringing about a very steep roll-off is needed at the time of actuation of a sound resonator array.

[0016]

[Means for Solving the Problem] The engine performance of a sound resonator array is raised by adjusting the effective coupling coefficient of each sound resonator based on the function of a resonator. The effective coupling coefficient of FBAR in the example of a duplexer and in a transmitting band-pass filter is manufactured so that it may have an effective coupling coefficient lower than FBAR of the receiving band-pass filter of the same duplexer. In the one example, the difference in an effective coupling coefficient is attained by changing the thickness of an electrode layer. The effective coupling coefficient of a sound resonator is changed to a given frequency by changing the thickness ratio of a piezo-electric layer to all the thickness of an electrode layer. Generally, it is in the purpose of FBAR manufacture making thickness of an electrode layer min, and offering a "proper" effective coupling coefficient by it. For example, the multiplier of this proper is in 7.0 to 8.0% of within the limits. However, the coupling coefficient of the FBAR filter which has given resonance frequency can be adjusted below by decreasing the thickness ratio of a piezo-electric layer to all the thickness of an electrode layer. It is because it depends for resonance frequency on the "load thickness" (namely, physical thickness weighted based on selection of an electrode material and piezoelectric material) of an electrode-piezo-electricity stack. The thickness of a molybdenum (Mo) electrode is made to increase as an example of a transmitting filter, with target resonance frequency maintained, and the effective coupling coefficient which deteriorated in the range from 2.5% to 4.0% can be obtained by decreasing the thickness of aluminium nitride (AlN). Similarly, by choosing thickness suitable about the layer which forms FBAR of a receiving filter, a receiving filter can be manufactured so that it may have the effective coupling coefficient of 4.0 to 6.0% of within the limits.

[0017] The manufacture approach of a sound resonator array which becomes

this example contains the 1st target frequency range which operates a FBAR transmitting (Tx) filter, the selection step of the 1st target effective coupling coefficient, and the selection step of the 2nd target frequency which operates a FBAR receiver (Rx), and the 2nd target effective coupling coefficient. The thickness and the ingredient of the piezo-electric layer for forming two FBAR filters and an electrode layer are determined based on achievement of target resonance frequency and a target effective coupling coefficient. It is made for this decision to have the multiplier for which the TxFBAR filter deteriorated by this including selection of the electrode layer membrane thickness increased about at least one of the TxFBAR(s). And two filters are formed according to the selected thickness and the selected ingredient.

[0018] In the manufacture process of two filters, an electrode material is good at molybdenum and piezoelectric material is good at aluminum nitride. The electrode layer of the FBARTx filter which has the coupling coefficient which deteriorated by using these ingredients will have the thickness which can be made into the 2.8 times [1.2 to] as many range of the thickness of the electrode layer of Rx filter which has a higher multiplier as this. For example, in the communication device which is compatible with PCS specification of CDMA, Rx filter gives 220nm (2200A) electrode layer membrane thickness and 2.2-micron piezoelectric thickness to obtaining the coupling coefficient of 5.8% of range from 5.6%, and, on the other hand, Tx filter gives 450nm (4500A) electrode layer membrane thickness and the piezoelectric thickness of 800nm of outlines (8000A) to obtaining the coupling coefficient of 3.2% of range from 3.1%. Q (namely, whenever [of a roll-off / steep]) becomes what has the high one of Tx filter from Rx filter twice [about].

[0019] With one application, in order to increase power capacity in accordance with the path of filter equipment, the filter equipment of desired FBAR is designed so that at least one a "power bar" may be included. A "power bar" is specified as a large area FBAR to which it replaced with the single target FBAR here, and series connection of the pair was carried out. Each large area FBAR occupies area twice the area of Target FBAR. Although the combination (what carried out the series connection of the conventional electric equal circuit) of the parallel series specified with the power bar maintains the impedance of a power bar at the target impedance of Target FBAR, only a quadrant reduces power flux density. [0020] In the 2nd example of this invention, a degradation effective coupling coefficient is attained by forming a capacitor in juxtaposition at some [at least] resonators of Tx filter. Preferably, a capacitor is formed using the ingredient arranged in the

manufacture step of a sound resonator array. For example, since an effective coupling coefficient is degraded, the electrode layer and the piezo-electric layer which are arranged in FBAR manufacture (vacuum evaporation) can be used like the formation fault of the capacitor which carries out a parallel arrangement to at least one FBAR of Tx filter. However, that not a capacitor but a resonator will be made has the concern accompanying use of these layers. The one approach of ensuring that an addition component functions as a capacitor is to manufacture the electrode-piezo-electricity stack of a direct component on a substrate rather than to carry out the suspension of the stack. In this way, a means by which a substrate adds mass to a capacitor is brought about, and it is pulled so that it may separate from a frequency from a core by it.

[0021] The 2nd approach is using a golden layer and it was used for this considering as the means to which the frequency drift of the resonator component is carried out, and offering a contact pad from the former. This 2nd approach is desirable, because it is because the 2nd approach forms the component of Quantity Q to the 1st approach forming a high loss capacitor. using a gold layer -- and a capacitor functions on a frequency very lower than the 1st and 2nd FBAR(s) as a resonator of high Q by carrying out suspension like FBAR again, using a capacitor component as the independent film. The advantage not only can adjust, but even attains to that a duplexer forms parasitism resonance on the frequency which does not operate good so that the variation rate of the frequency of a capacitor may be carried out from an object frequency. As an example, a capacitor resonates by 1510MHz which is the frequency which does not operate good [an established duplexer] from the rejection of energy. By adjusting a capacitor to 1510MHz, the installation of the resonator of the specific parallel connected type and specific tandem type which reduce leakage of a 1510MHz signal of a designer is attained. This is attained without adding any process steps to FBAR manufacture. Adjustment of a capacitor is brought about by only choosing appropriately the thickness of the gold in the electrode-piezo-electricity stack of a capacitor, or other layers.

[0022] The advantage of the above-mentioned approach is to be raised without the engine performance of a sound resonator array having serious effect on the manufacture approach. The roll-off of the opposite edge of a passband can be adjusted by adjusting the effective coupling coefficient of the resonator of each within a full duplex duplexer.

[0023]

[Embodiment of the Invention] With reference to drawing 4 , outline

illustration has been carried out as a thing containing four serials 70, 72, 74, and FBAR 76 in which the transmitting band-pass filter 68 carried out series connection electrically from the transmit port 78 to the antenna port 80. This filter also contains two juxtaposition FBAR 82 and 84. The 1st juxtaposition FBAR82 is connected among 2 sets of serials FBAR, and the 2nd juxtaposition FBAR84 is connected between the antenna port and the serial FBAR 76 by one side. Drawing 4 shows one step of receiving filter 73 again. This stage includes a serial FBAR 75 and juxtaposition FBAR77. The number of stages in a transmitting (Tx) filter or a receiving (Rx) filter is not important for this invention so that it may explain in more detail below. It is important for a filter that at least one FBAR has the effective coupling coefficient intentionally degraded to other at least one FBAR. In a suitable example, FBAR of Tx filter has the effective coupling coefficient degraded intentionally, and, on the other hand, FBAR of Rx filter has a quite higher multiplier.

[0024] a FBAR pair -- 70, 72, and a FBAR pair -- 74 and 76 are "power bars." The series connection of two FBAR(s) in each set increases power flux density only 4 times to the single target FBAR. 1st FBAR pair About 70 and 72, each FBAR is manufactured so that area twice the area of Target FBAR may be occupied. If FBAR is connected to a serial, it will increase power flux density, serial-parallel arrangement (it explaining below with reference to drawing 7) of the conventional resistance electrically obtained from the combination of an equivalent circuit and a conventional capacitor attaining the impedance of Target FBAR. The resonance frequency of FBAR in a power bar must be the same as the resonance frequency of the target FBAR "was permuted" with the power bar.

[0025] For this invention, the phase shifter 28 of drawing 4 has explanation of the phase shifter 28 of drawing 1 , and coordination rather than is important. If two examples are given, a phase shifter is constituted from an inductor and a capacitor, or is good at the quarter-wave length transmission line. Each juxtaposition 82 and FBAR 84 is grounded through the external inductors 86 and 88. It can also use for an inductor arranging the attenuation pole of a juxtaposition bar, and, thereby, a passband frequency response presents request properties, such as a steep roll-off in a frequency-response outside edge.

[0026] Each FBAR 70, 72, 74, 75, 76, and 77 contains an external electrode layer and an internal piezo-electricity layer. For example, the serial FBAR 74 of the Tx filter 68 contains the electrodes 90 and 92 which pinch the piezo-electric layer 94. Similarly, the serial FBAR 75 of the Rx filter 73 contains electrodes 96 and 98 and the main piezo-

electricity layer 100. the direction for the serials FBAR of Tx filter from the thing for the juxtaposition FBAR of Rx filter boils markedly the thickness ratio of the piezo-electric layer 94 to all the thickness of the electrode layer which pinches a piezo-electric layer, and it is indicated that it is small. The thickness of the electrode layer which increased degrades the coupling coefficient of the Tx filter 68 to the Rx filter 73 so that it may explain to the following in more detail. Consequently, Q of Tx filter is size from Q of Rx filter, and whenever [in the passband frequency-response edge of Tx filter / steep] is larger than the thing of Rx filter.

[0027] Drawing 5 is a vertical section side elevation which illustrates the serial FBAR 74 of Tx filter, and the serial FBAR 75 of Rx filter. Here, the electrode layers 90 and 92 of FBAR74 are considerably illustrated to thickness rather than the electrode layers 96 and 98 of FBAR75. Both the filters 68 and 73 are formed for example, on the single substrates 102, such as a silicon substrate. However, a filter may be formed on a separate substrate or may be formed on ingredients other than silicon. FBAR is formed in two electrodes 90, 92, and 96 and the part which pinches piezoelectric material 94,100 among 98. Preferably, the well 104,106 is etched in the substrate of the FBAR bottom.

Consequently, each electrode-piezo-electricity stack which forms FBAR serves as film which covered and carried out the suspension of the well, and brings the interface of a resonator and air to both sides. Or also using the resonator (solidly mounted resonators;SMR) attached solid, without deviating from this invention and a thing are made. Generally, SMR includes a sound Bragg reflection object on those bases so that a big acoustic impedance may be brought about. The Bragg reflection object is made of the layer with which the acoustic-impedance ingredient of height laps by turns, and each class has the thickness of quarter-wave length substantially [the resonance frequency of FBAR]. Some FBAR(s) share a single well between a part of applications.

[0028] It depends for drawing 4 , the individual serial FBAR 74 of 5, and the property of 75 on the layer membrane thickness and the ingredient of an electrode-piezo-electricity stack. Although a suitable ingredient to form the piezo-electric layer 94,100 is aluminum nitride, other ingredients (for example, zinc oxide) can be used. Although an usable electrode material is molybdenum, other metals (for example, aluminum, tungsten metallurgy, and titanium) can also be substituted for it. It depends for the property of FBAR on geometric factors, such as thickness of for example, a piezo-electric layer, thickness of an electrode, or an inter-electrode duplication field, for a given

electrode and piezoelectric material. For example, it depends for resonance frequency on the "load thickness" of an electrode-piezo-electricity stack. Load thickness is the physical thickness which performed adjustment based on selection of an electrode material and piezoelectric material. This adjustment is required, because it is because acoustic velocity also differs if ingredients differ. By changing the load thickness of one side of an electrode, or both, the load thickness of an electrode-piezo-electricity stack changes and the resonance frequency of a stack is adjusted by it.

[0029] The layer membrane thickness of an electrode-piezo-electricity stack also affects an effective coupling coefficient (kt^2 of the Tx filter 68 and the Rx filter 73). According to this invention, the effective coupling coefficient of a filter is adjusted based on a filtering function. By giving an effective coupling coefficient lower than the Rx filter 73 to the Tx filter 68, a CDMA compatible duplexer presents a desirable property. Between a transmitter passband and a receiver passband, a crossover region exists so that it may be especially mentioned with reference to drawing 1 -3. FBAR 70, 72, 74, and 76 of a serial Tx filter has considerable effect on the property of the transmitter passband in a crossover region. The duplexer engine performance is raised by degrading an effective coupling coefficient intentionally, maintaining the resonance frequency demanded on a specification. As described above, reduction of Tx filter of kt^2 increases the Q, and a thereby steeper roll-off is attained.

[0030] In drawing 5 , the sectional view of TxFBAR74 and RxFBAR75 shows the difference in the thickness ratio of a piezo-electric layer to all the thickness of an electrode layer. About TxFBAR74, the ratio is fairly lower than that of RxFBAR75. So, the effective coupling coefficient of Tx filter will become fairly lower than the coupling coefficient of Rx filter. Generally, the purpose of manufacture of FBAR is to make thickness of an electrode layer into min. By this, the effective coupling coefficient of the proper of the range from 7.0% to 8.0% is brought about. In drawing 5 , the electrode layers 96 and 98 used for a convention of RxFBAR75 can be formed with the molybdenum which has 220nm (2200Å) of thickness. The part of the piezo-electric layer 100 which forms RxFBAR is aluminum nitride which has 2.2-micron thickness substantially. While the resonance frequency demanded on the specification for CDMA compatible transmitting filters is brought about by this, the effective coupling coefficient of 5.6 to 5.8% of range is brought about.

[0031] TxFBAR74 is formed so that it may have the effective coupling

coefficient by which the Tx filter 68 was degraded intentionally. Top molybdenum and the pars-basilaris-ossis-occipitalis electrodes 90 and 92 have 450nm (4500Å) thickness substantially, and the thickness of the related part of the piezo-electric layer 94 is 800nm (8000Å) substantially in one side. While the resonance frequency demanded on a specification is brought about by this, the effective coupling coefficient of 3.1 to 3.2% of range is brought about.

[0032] About the Tx filter 68 and the Rx filter 73 which were formed based on the specified layer membrane thickness, Tx filter has Q twice the cheek of Rx filter. Consequently, whenever [of Tx filter frequency-response edge / steep] will become quite big.

[0033] Now, with reference to drawing 6 , the process flow of the manufacture step of the FBAR (coefficient-differentiated) filter which gave the multiplier gap which becomes this invention is explained here. In step 108, a target frequency response and a target effective coupling coefficient are chosen about the 1st FBAR filter. Like the formation fault of the transmitting filter 68 of drawing 4 , the 1st FBAR is the Tx filter 68. It depends for a target frequency response on desired application. For example, if it is in a duplexer with the requirements for CDMA, and compatibility, a target frequency response will center on 1880MHz (namely, $f_{rTx}=1880\text{MHz}$).

[0034] In step 110, a target frequency response and a target effective coupling coefficient are chosen as the 2nd FBAR filter. Again with reference to drawing 4 , the 2nd FBAR filter is the RxFBAR filter 73, and, for this reason, it is $f_{rTx}=1960\text{MHz}$. In the suitable example, the 1st target coupling coefficient is chosen from 2.5% to 4.0% of within the limits, and, on the other hand, the 2nd target coupling coefficient is chosen from 4.0% to 6.0% of within the limits again.

[0035] A transmitting FBAR filter, the layer membrane thickness for receiving FBAR filter manufacture, and an ingredient are determined in step 112. This step makes it the positive thing for the effective coupling coefficient of a TxFBAR filter to deteriorate to the coupling coefficient of the RxFBAR filter 73 by it including selection of the electrode layer membrane thickness to which it was made to increase about at least one electrode layer of the TxFBAR filter 68. This needs specification of the thickness ratio of a piezo-electric layer to all the thickness of an electrode layer about each of a TxFBAR filter and a RxFBAR filter. the ratio about a RxFBAR filter [finishing / specification / the ratio about a TxFBAR filter] -- it is the following, because is because a target effective coupling coefficient is reduced about a TxFBAR filter. In order to make manufacture easy, the ingredient

for a TxFBAR filter and a RxFBAR filter is preferably the same. However, this is not important. By choosing an ingredient which is different in two filters from which a multiplier differs, it is because it is attained to some extent.

[0036] FBAR is produced in step 114. Filters 68 and 73 can be formed on the same substrate 102, as shown in drawing 5. However, compared with forming a filter on a separate substrate and interconnecting a filter after that, it is advantageous in respect of a process. It is difficult to carry out adjustable [of the thickness of an electrode layer and a piezo-electric layer] on a single substrate. Forming FBAR on a separate substrate removes the difficulty. When forming FBAR on the same substrate, the part which thickness increases is attained by preparing a multiplex vacuum evaporation (multiplex arrangement) step. For example, like the formation fault of the bottom electrode layer 92 of drawing 5, after a layer reaches the request thickness of the electrode layer 98, molybdenum vacuum evaporation can be interrupted temporarily. Then, a masking layer is vapor-deposited to the field of FBAR75, and this resumes molybdenum vacuum evaporation only in the field of a serial FBAR 74. The same multiplex step vacuum evaporation process can be prepared in the piezo-electric layers 100. Two top electrodes 90 and 96 can be formed similarly.

[0037] Although the 1st example of this invention was explained as what is used in FBAR which has a single piezo-electric layer, this invention can be extended to Laminating FBAR, without deviating from person-concerned level. That is, the FBAR array which has the laminating piezo-electricity layer divided by the electrode layer gains the filter shape of the manual request assembled so that it might have the adjusted effective coupling coefficient.

[0038] The approach of correcting the thickness ratio of a piezo-electric layer to all the thickness of an electrode layer becomes one means for adjusting the effective coupling coefficient of different FBAR within a FBAR array. 2nd means to adjust an effective coupling coefficient is forming a capacitor in selected FBAR and juxtaposition. The parallel connection of a capacitor degrades an effective coupling coefficient so that it may explain in more detail below. Use of this capacitor that degrades an effective coupling coefficient can also be used for the design of Tx filter and Rx filter, and applications other than manufacture.

[0039] Drawing 7 is an electrical equivalent circuit diagram about FBAR. The circuit is well-known in this industry as a corrected Butterworth Van Dyck circuit. The main invalid elements are the juxtaposition

electrostatic capacity (CP) 116, and are electrostatic capacity specified according to the structure of an electrode layer and a piezo-electric layer. A piezo-electric layer functions as a dielectric for the juxtaposition electrostatic capacity 116. Plate resistance (RP) 118 expresses the series resistance of the juxtaposition electrostatic capacity 116, and resistance (RS) 120 expresses the electric series connection resistance between the contacts 122,124 of an electrode-piezo-electricity stack. The contact 122,124 is made of gold from the former.

[0040] an inductance -- (-- LM --) -- 126 -- capacity -- (-- CM --) -- 128 -- resistance -- (-- RM --) -- 130 -- series connection -- FBAR -- piezo-electricity -- a property -- originating -- sound -- dynamic -- an expression -- it is . An effective coupling coefficient is directly related to the ratio of the dynamic electrostatic capacity 128 to the plate electrostatic capacity 116 in the process of a FBAR filter of operation in which it has FBAR manufactured using drawing 5 and the step indicated with reference to 6. However, the plate electrostatic capacity 116 increases, keeping the dynamic electrostatic capacity 128 constant by adding electrostatic capacity (CNEW) 132, as shown in drawing 8 . By arranging electrostatic capacity 132 to each target FBAR and juxtaposition, the effective coupling coefficient of a FBAR filter is reduced controllable. By adding another resonator of the same frequency as FBAR and juxtaposition, in both, the capacity 116,128 of drawing 7 increases, and the point that a ratio stops influencing in this way should be mentioned especially. Clearly, the capacitor brings about a desired result rather than a resonator.

[0041] Preferably, the addition electrostatic capacity 132 is manufactured using the same ingredient and the technique as using for manufacture of FBAR. That not a capacitor but a resonator will be formed has the concern to forming a capacitor, using a piezo-electric layer as a dielectric, using a crowning and a pars-basilaris-occipitalis electrode layer as a plate. Therefore, mass should be added to new equipment so that it may not resonate in one of the object frequencies. With reference to drawing 9 , one technique which carries out mass addition at new equipment is to make the capacitor stack 134 directly on the front face of a substrate 136. In this, it separates from resonance frequency from a core. That is, carrying out the suspension of the FBAR on a substrate by forming a well 140, in spite of having had the thickness as the layer 15 of influenced FBAR138 with the same layer of the capacitor stack 134, although this capacitor stack is formed on the front face of the direct substrate 136 therefore, frequencies differ.

The connection which brings about an electric parallel arrangement in order to distinguish the capacitor stack 134 from the FBAR stack 138 appropriately is not illustrated.

[0042] The technique which forms the capacitor stack 134 in the front face of the direct substrate 136 enables adjustment of the coupling coefficient of the influenced FBAR filter, as explained with reference to drawing 8 . The concern to this approach is working as a converter to which a capacitor stack's spreads energy to a substrate 136. Since the substrate is comparatively thick, many frequencies can be transmitted. In this way, this new equipment becomes what has many loss against an intention.

[0043] When drawing 10 is referred to here, other approaches of forming the electrostatic capacity 132 of drawing 8 are applying a gold layer 142 to the crowning of the capacitor stack formed on a well 144. The component of the same drawing 10 as the thing of drawing 9 has the same reference agreement. In this way, the only difference between drawing 9 and the approach of 10 is using the addition gold layer 142 and the addition well 144. Preferably, a gold layer is the same layer as what has been used for the contact pad formation for a FBAR array from the former. Addition of a gold layer reduces the resonance frequency of a stack 134. It is because it increases the load thickness of an electrode.

[0044] The effectiveness over use of the gold from pad layer metal level adjusts a frequency, and is also in the point that a duplexer makes parasitism resonance it not only should to shift the frequency from the object frequency by this, but form in the frequency which does not operate good. As an example, since, as for a capacitor, energy is refused, an established duplexer can be resonated in 1510MHz which does not operate good. By adjusting the capacitor stack 134 to 1510MHz, a designer can incorporate now the specific parallel resonance machine and specific series resonance machine which reduce 1510MHz leakage. This is attained without adding an approach step to FBAR manufacture. Adjustment of a capacitor stack can only be attained by choosing appropriately the thickness of the gold in a stack, and other layers.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] They are the conventional portable telephone and the block diagram of the front-end circuit of the same equipment.

[Drawing 2] It is the graph which shows the property of the band-pass filter of the mold used in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the outline block diagram of the conventional full duplex duplexer.

[Drawing 4] It is the outline block diagram showing an example of the band-pass filter of a pair with which a filter becomes one example of this invention which has a considerably different effective coupling coefficient.

[Drawing 5] It is the sectional view of FBAR where drawing 4 was chosen.

[Drawing 6] It is drawing showing the process flow which consists of a step which performs drawing 4 and this invention explained with reference to 5.

[Drawing 7] It is the block diagram of the electric equal circuit of the conventional FBAR formed according to the 1st example of this invention.

[Drawing 8] It is the block diagram of the electric equal circuit of FBAR formed according to the 2nd example of this invention.

[Drawing 9] It is the vertical section side elevation of a resonator-capacitor pair which formed the capacitor on the direct substrate according to the 1st approach to the 2nd example shown in drawing 8 .

[Drawing 10] It is the vertical section side elevation of a resonator-capacitor pair which carried mass in the capacitor by the addition of a top metal layer according to the 2nd approach to the 2nd example achievement shown in drawing 8 .

[Description of Notations]

10 Power Amplifier

12 Transmit Port

14 Full Duplex Duplexer

16 Receive Port

18 Low Noise Amplifier (LNA)

20 Antenna Port

22 Antenna
24 Tx Filter
26 Rx Filter
28 Phase Shifter
30 Passband
32 Center Frequency
34 Insertion Loss
36 38 Roll-off
40 Transmitting FBAR Array
42 Receiving FBAR Array
44, 46, 54, 56, 58, 70, 72, 74, 75, 76 Serial FBAR
50, 52, 60, 62, 64, 66, 82, 84 Juxtaposition FBAR
68 Transmitting Band-pass Filter
73 Receiving Band-pass Filter
78 Transmit Port
80 Antenna Port
86 88 Inductor
90, 92, 96, 98 Electrode layer
94,100 Piezo-electric layer
102 Substrate
104,106 Well
116 Juxtaposition Electrostatic Capacity
118 Plate Resistance
120 Resistance
122,124 Contact
126 Resistance
128,132 Electrostatic capacity
130 Inductance
134 Capacitor Stack
136 Substrate
138 FBAR Stack
140,144 Well
142 Gold Layer

[Translation done.]

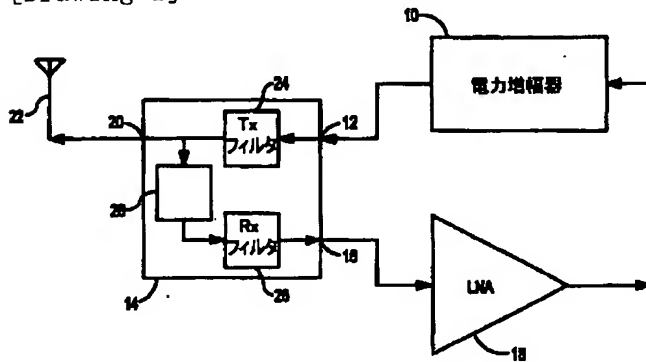
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

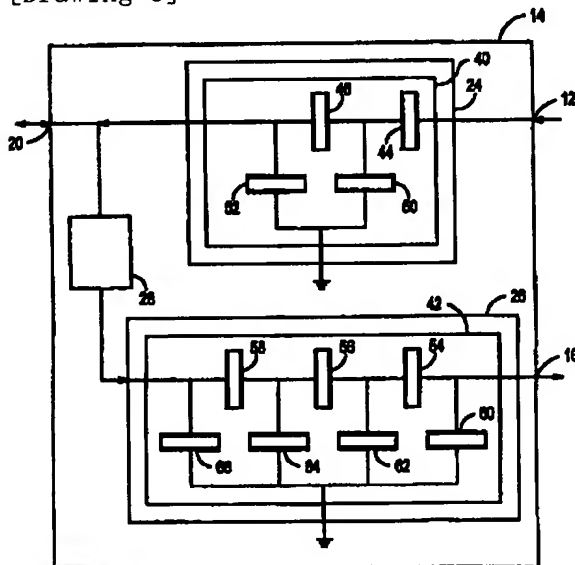
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. *** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

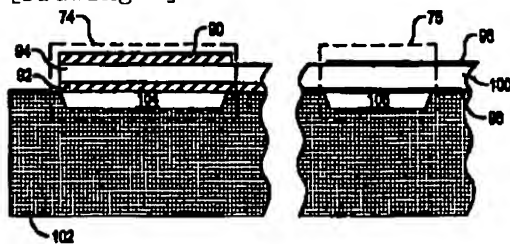
[Drawing 1]



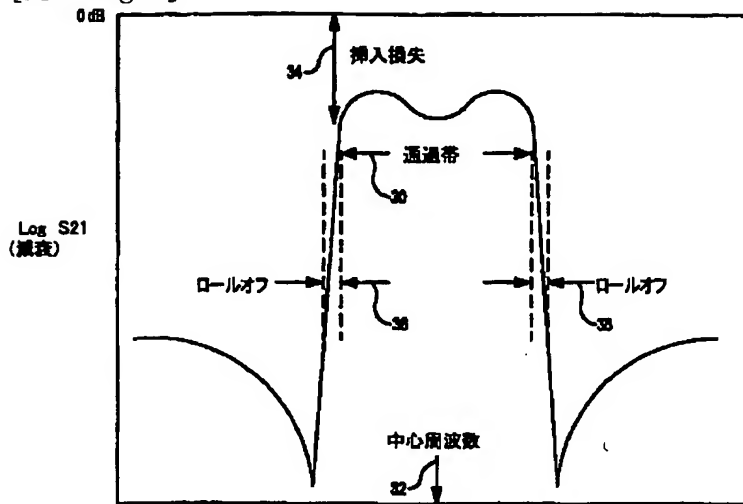
[Drawing 3]



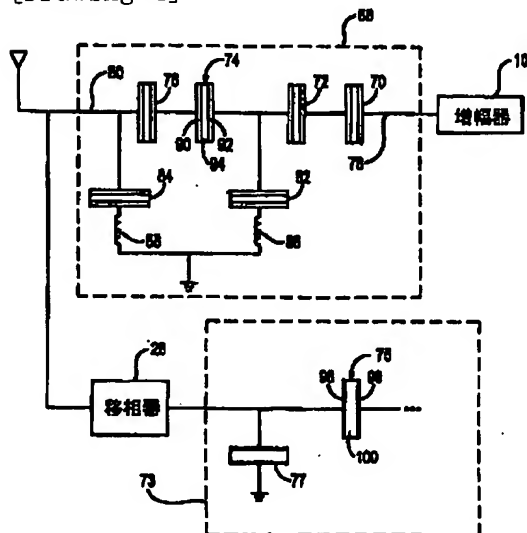
[Drawing 5]



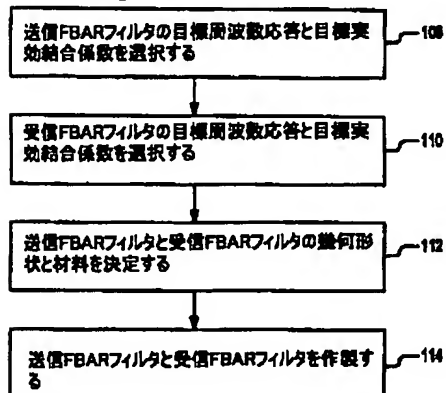
[Drawing 2]



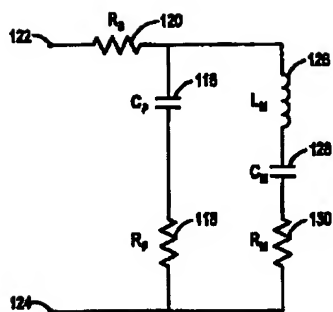
[Drawing 4]



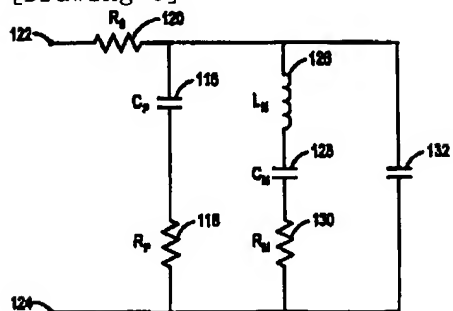
[Drawing 6]



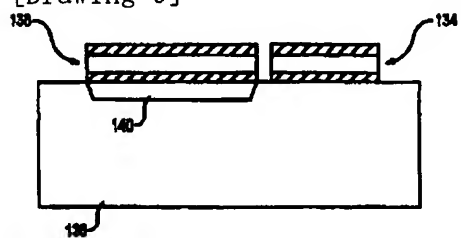
[Drawing 7]



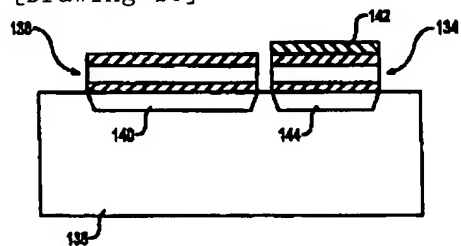
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]